مجله به‌زراعی نهال و بذر
جلد ۲-۳۳، شماره ۱، سال ۱۳۹۷

تأثیر هیدروپرایمینگ بذر و روش کاشت بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت در شرایط کم‌آبیاری

Effects of Seed Hydropriming and Planting Method on Yield and Yield Components of Corn under Deficit Irrigation Conditions

فرهاد صادقی[۱]، مصیب نوروزی[۲]، علی لطفی[۲] و رسول جلیلیان[۲]

۱ و ۲- به ترتیب استادیار و محقق، بخش تحقیقات اصلاح و تهیه نهال و بذر، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان کرمانشاه، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرمانشاه، ایران

تاریخ دریافت: ۱۳۹۶/۵/۳ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۶/۱۲/۹

چکیده

صادقی، ف.، نوروزی، م.، لطفی، ع.، و جلیلیـان، ر. ۱۳۹۷. تـأثیر هیـدروپرایمینگ بـذر و روش کاشـت بـر عملکـرد و اجـزای عملکـرد ذرت در شـرایط کم‌آبیاری. **مجله به‌زراعی نهال و بذر ۲-۳۴**: ۷۱- ۵۳.

به‌منظور بررسی تأثیر هیدروپرایمینگ بذر، روش کاشت و کم‌آبیاری بر عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل بر پایه طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل پرایمینگ بذر در دو سطح (بدون پرایم و هیدروپرایمینگ) و روش کاشت در دو سطح (روی پشته و در کف جوی) در سه محیط آبیاری (تأمین ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه) بود. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر سال، رژیم آبیاری و پرایمینگ بذر بر عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود در حالی که اثر روش کاشت معنی‌دار نبود. اثر متقابل رژیم آبیاری × پرایمینگ بذر × روش کشت بر عملکرد دانه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار بود و بالاترین مقدار این صفت (۱۳/۲۸۹ تن در هکتار) با هیدروپرایمینگ بذر و کشت در کف جوی و تأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی گیاه به دست آمد. عملکرد دانه در تیمار هیدروپرایمینگ بذر ۱۰/۹۷۳ تن در هکتار بود (در حدود ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از تیمار بدون پرایم). با توجه به نتایج به دست آمده توصیه می‌شود کشاورزان با انجام هیدروپرایمینگ بذر و کشت در کف جوی، عملکرد دانه ذرت را افزایش دهند.

واژه‌های کلیدی: ذرت، رژیم آبیاری، پرایمینگ بذر، کشت در کف جوی، عملکرد دانه

نویسنده مسئول: fsadeghi40@yahoo.com تلفن: ۰۸۳۳۸۳۵۸۱۲۸

مقدمه

ذرت (*Zea mays* L.) پس از گندم و برنج سومین محصول مهم و راهبردی در جهان است (Karaminejad *et al*., 2015). به دلیل نقش و اهمیت ذرت دانه‌ای در جیره غذایی طیور، کشت آن به‌ویژه در سال‌های اخیر، روند رشد قابل‌توجهی داشته است (Choukan, 2012). استان کرمانشاه با داشتن دشت‌های وسیع و حاصل‌خیز، شرایط مناسبی را برای کشت محصولات زراعی تابستانه از جمله ذرت دارد. در سال‌های اخیر سطح زیر کشت ذرت به بیش از پنجاه هزار هکتار افزایش یافت، اما به علت مصرف بی‌رویه آب‌های زیرزمینی، کاهش بارش‌های منطقه‌ای، نبود آگاهی و آموزش کشاورزان در امر مدیریت آب و در پی آن فروکش کردن منابع آبی، سطح زیر کشت آن در سال ۱۳۹۵ به حدود پانزده هزار هکتار کاهش یافت. ازاین‌رو توجه به مدیریت آب و مصرف کمتر آن در تولید ذرت دانه‌ای اهمیت بسیار زیادی دارد.

در برخی مزارع ذرت به علت تسطیح نامناسب زمین، با کشت به روش مرسوم (روی پشته‌ها) بذرها از رطوبت کافی جهت جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاهچه برخوردار نیست. این امر موجب ضعف و ناهمگونی رشد بوته‌های ذرت در سطح مزرعه می‌شود. در حالی که کشت بذر در کف جوی، با مقدار آب کمتر باعث جوانه‌زنی و سبز مطلوب مزرعه ذرت می‌شود. علاوه بر این کاشت بذر و توسعه گیاهچه ذرت در مناطق سرد و معتدل استان کرمانشاه مصادف با اواخر فروردین و اوایل اردیبهشت‌ماه و سرد بودن محیط است. در بیشتر مزارع ذرت مشاهده می‌شود که گیاهچه‌های ذرت در حال جوانه‌زنی تحت تنش سرمایی قرار می‌گیرند و در بعضی‌اوقات توقف رشد گیاهچه به علت سرما و به دنبال آن حمله آفات و امراض خاکزی باعث خسارت جبران‌ناپذیری به تولید اقتصادی مزرعه ذرت می‌شود. با هیدروپرایمینگ بذر ذرت تا حدودی تحمل گیاه در برابر سرما و خشکی بیشتر شده و همین امر می‌تواند باعث داشتن یک مزرعه ذرت با سبز مطلوب شود.

پرایمینگ بذر به فرایند آب‌دهی جزئی و کنترل‌شده بذر برای آغاز فرایندهای بیوشیمیایی، هیدرولیز قندها و متابولیسم مواد بازدارنده در طی مراحل اولیه رشد و جوانه‌زنی قبل از خروج ریشه‌چه گفته می‌شود. پرایمینگ بذر به‌عنوان عاملی سودمند در افزایش کیفیت بذر، جوانه‌زنی، استقرار و رشد مناسب بوته و افزایش عملکرد نقش دارد (Abbasdokht and Edalatpisheh, 2012). پرایمینگ باعث می‌شود که گیاه از بنیه بذر بهتر، سبز شدن هم‌زمان و استقرار مناسب در مزرعه برخوردار شود (Harris *et al*., 2001). در مطالعه‌ای که توسط میورونگیو و همکاران (Murungu *et al*., 2004) انجام شد پرایمینگ بذر، دامنه تحمل دماهای بیشینه و کمینه در مرحله جوانه‌زنی ذرت را افزایش داد.

در مطالعـه‌ای پرایمینـگ بـذر باعـث بهبـود اسـتقرار پوشـش گیـاهی و افـزایش تحمـل بـه خشـکی بوتـه‌ها شـد (Farooq *et al.*, 2006a). هیدروپرایمینگ به تیمـار بـذر بـا آب خـالص و بـدون اسـتفاده از هرگونـه مـواد شـیمیایی گفتـه می‌شـود و روشـی بسـیار ارزان قیمـت و سـاده است. گزارش‌های متعددی حاکی از بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌هـای مربـوط بـه آن اعـم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیـه بـذر، طـول ریشـه، طول ساقه‌چه و استقرار اولیه در بذر هیدروپرایم شـده اسـت (Abbasdokht *et al.*, 2014؛ Farooq *et al.*, 2006b). این امر می‌تواند سبب بروز تظاهرات زیستی و فیزیولـوژیکی متعـددی در بـذر پـرایم‌شده شـود و گیـاه حاصـله تـوان بهتـری در جوانـه‌زنی، اسـتقرار اولیـه گیـاهچه، بهـره‌برداری مناسـب از نهاده‌هـا، زودرسـی و افـزایش کمـی و کیفـی محصـول دارد (Savage *et al.*, 2004). اسـتقرار مناسـب گیاهچه یک فـاکتور اساسـی در تولیـد گیاهـان زراعی در نواحی نیمه‌خشک است؛ این ویژگـی برای گیـاهی ماننـد ذرت کـه توانـایی تنظـیم یـا اسـتقرار مناسـب به‌وسـیله پنجـه‌دهی را نـدارد، از اهمیـت ویـژه‌ای برخـوردار اسـت (Harris *et a1.*, 1999). با هیدروپرایمینگ بذر ذرت به‌صورت چندین دوره متناوب مرطـوب و خشک کردن بذر در دمای ۲۰ درجه سانتی‌گراد و بدون هیچ‌گونه خسارت بذری، می‌توان باعث جوانـه‌زنی سـریع‌تر بـذر در شـرایط مزرعـه شـد (Basra *et al.*, 1988).

کشت بذر در کف جوی و جابه‌جایی جوی و پشته در مراحل بعدی ازجمله روش‌هایی است کـه در برخـی از محصـولات از جملـه ذرت می‌توانـد در کـاهش مصـرف آب مـؤثر باشـد (Ghanbari *et al*., 2010). در مطالعه دیگری با کشت بذرهای ذرت علوفـه‌ای در کـف جـوی، عملکـرد در حـدود ده درصـد افـزایش یافـت (Hassanzadeh-Moghadam, and Basafa, 2005). قنبـری و همکـاران (Ghanbari *et al*., 2010) در بررسـی روش‌هـای مختلـف کاشـت ذرت گزارش کردند، کارایی مصرف آب در الگـوی کشـت کـف جـوی در مقایسـه بـا کشـت روی پشـته ۸۳ درصـد بیشـتر بـود. در آزمـایش دیگـری تیمـار کشـت در کـف جـوی و تبـدیل آن به پشته در مرحله پنج تا هفت برگی، افزایش عملکـرد دانـه ذرت را در پـی داشـت (Najafinezhad *et al*., 2005). مـرادی و همکـاران (Moradi *et al*., 2011) در بررسـی اثر روش‌هـای کاشـت روی گروه‌هـای مختلـف ذرت گزارش کردند که کشت در کف جوی و جابه‌جایی آن به پشته در مرحلـه بعـد، بیشـترین تأثیر را بر عملکرد بیولوژیـک، عملکـرد دانـه و کنترل علف‌های هرز داشت. در بررسی دیگری گـزارش شـد تیمـار کشـت در کـف جـوی و جابه‌جایی آن در مرحله پنج تـا هفـت برگـی در مقایسه با سایر الگوهـا از عملکـرد دانـه بیشـتری برخـوردار بـود. اسـتفاده از ایـن روش همچنـین می‌تواند جایگزین مصرف علف‌کش در مـزارع ذرت شود (Sarhadi *et al*., 2010).

در مطالعه‌ای که توسط کرمی‌نژاد و همکاران (Karaminejad *et al*., 2015) انجام شد، اثر الگوهای کاشت ذرت دانه‌ای بر کنترل علف‌های هرز در این مزارع بررسی شد و کشت در کف جوی و تغییر آن به پشته در مرحله رشد سریع گیاه با انجام دو مرتبه عملیات کولتیواتور با تولید عملکرد بالا و کنترل مناسب علف‌های هرز به عنوان بهترین تیمار معرفی شد.

کم‌آبی از جمله مهم‌ترین عوامل محدودکننده تولید گیاهان زراعی در مناطق خشک و نیمه‌خشک جهان است. کشور ایران با میانگین نزولات جوی ۲۴۰ میلی‌متر در سال از جمله این مناطق است. ذرت از لحاظ کارایی مصرف آب در مقایسه با برخی گیاهان زراعی چهار کربنه مانند سورگوم و ارزن بیشترین حساسیت را به تنش‌های محیطی نشان می‌دهد (Farid *et al*., 1994). کم‌آبی در گیاه ذرت باعث کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، تسریع در رسیدن گیاه، کاهش تولید دانه و بیوماس و کاهش سطح برگ می‌شود (Cakir, 2004). مشعل و همکاران (Mashal *et al*., 2008) در بررسی تأثیر تیمارهای کم‌آبیاری بر عملکرد ذرت سینگل کراس ۷۰۴ گزارش کردند که در آبیاری کامل (تأمین صد درصد نیاز آبی گیاه) با ۸۲ سانتی‌متر عمق آبیاری، بیشترین عملکرد علوفه ذرت تولید شد. در این مطالعه بالاترین درآمد ناخالص و خالص به ازای هر واحد آب مصرفی به‌ترتیب به تیمار کاهش پنجاه درصد و تیمار کاهش سی درصد نیاز آبی تعلق داشت.

با توجه به مطالب ذکر شده این پژوهش با هدف بررسی تأثیر پیش‌تیمار هیدروپرایمینگ بذر و کشت در کف جوی در رژیم‌های آبیاری مختلف بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت دانه‌ای انجام شد.

مواد و روش‌ها

الف- شرایط آزمایشگاه

در این پژوهش از بذرهای ذرت (رقم سینگل کراس ۷۰۴) تولید شده در ایستگاه تحقیقاتی مهرگان، وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی کرمانشاه، با قوه نامیه ۹۸ درصد استفاده شد. برای هر تیمار (هیدروپرایمینگ و بدون پرایم)، دویست عدد بذر به‌صورت تصادفی انتخاب شد. هر پنجاه بذر در یک سینی کشت و روی کاغذ کشت دولایه به‌صورت منظم چیده و با کاغذ دو لایه پوشانیده شد. سپس با آب مقطر مرطوب و در دستگاه ژرمیناتور با دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد قرار داده شد. از روز چهارم تا هفتم بذرهای جوانه‌زده بر اساس توصیه ایستا (Anonymous, 2008) شمارش شد و درصد جوانه‌زنی، سرعت جوانه‌زنی، قوه نامیه، میانگین وزن تر ساقه و ریشه و طول ریشه و ساقه تعیین شد. مشخصات طول و وزن ریشه‌چه و گیاهچه بر اساس ده بوته تصادفی ثبت و بعد از خشک‌کردن نمونه‌ها وزن خشک آن‌ها نیز اندازه‌گیری شد. در نهایت صفات در قالب طرح کاملاً تصادفی با چهار تکرار تجزیه شد.

با استفاده از معادله زیر، سرعت جوانه‌زنی محاسبه شد (Maguire, 1962):

$$Vg = \Sigma \frac{Ni}{Di}$$

در این معادله Vg سرعت جوانه‌زنی (بر حسب تعداد بذر در روز)، Ni تعداد بذر جوانه‌زده در روز i و Di شماره روز است.

با استفاده از معادله زیر، بنیه بذر محاسبه شد (Abdul-Baki and Anderson, 1970):

$$Vi = \frac{Ls \times Pg}{100}$$

در این معادله Vi بنیه بذر، Ls میانگین طول گیاهچه‌ها (مجموع ساقه‌ها و ریشه‌ها بر حسب میلی‌متر) و Pg درصد جوانه‌زنی است.

ب- شرایط مزرعه

این پژوهش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار طی سال‌های ۹۵-۱۳۹۴ در ایستگاه تحقیقات کشاورزی اسلام‌آباد غرب اجرا شد. فاکتورهای آزمایشی شامل پرایمینگ بذر در دو سطح (بدون پرایم و هیدروپرایمینگ) و روش کاشت در دو سطح (روی پشته و در کف جوی) بود. آزمایش در سه محیط آبیاری (تأمین ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد نیاز آبی ذرت در شرایط ایستگاه اسلام‌آباد) انجام شد. نیاز آبی ذرت بر اساس معادله فائو و تبخیر استاندارد پان محاسبه شد. با توجه به داده‌های دوره ده روزه هواشناسی ایستگاه اسلام‌آباد غرب و با استفاده از نرم‌افزار OPTIWAT، مقدار آب موردنیاز برای تیمارهای ۱۰۰، ۸۵ و ۷۰ درصد تأمین نیاز آبی گیاه ذرت به ترتیب برابر با ۹۵۰۰، ۸۰۷۵ و ۶۶۵۰ مترمکعب در هکتار برآورد شد. با توجه به سطح آزمایش‌ها، مقدار موردنیاز آب محاسبه و مصرف شد (Penman, 1948). اعمال تیمارهای آبی از زمان کشت شروع و تا ده روز قبل از مرحله رسیدن فیزیولوژیکی گیاه ذرت (تشکیل لایه سیاه در محل اتصال دانه به بلال) ادامه یافت.

برای انجام هیدروپرایمینگ، بذرهای ذرت سه مرتبه به‌طور متوالی و هر بار به مدت دو ساعت در آب خیسانیده و سپس خشک شدند (Musharaf *et al*., 2013). هر کرت آزمایشی شامل چهار خط کاشت به طول شش متر بود. رقم ذرت مورد بررسی سینگل کراس ۷۰۴ بود و تراکم کاشت آن معادل ۷۴۰۰۰ بوته در هکتار در نظر گرفته شد. فاصله خطوط کاشت ۷۵ سانتی‌متر و فاصله بوته روی خط ۱۹ سانتی‌متر بود. با توجه به نتیجه آزمون خاک، قبل از دیسک‌زنی، کودهای فسفات آمونیم و پتاس به میزان توصیه‌شده به خاک اضافه شد. یک سوم از کود اوره توصیه‌شده نیز همراه با آبیاری اول در زمین مصرف شد. به‌منظور کنترل علف‌های هرز باریک برگ و پهن برگ، چهارده روز قبل از کاشت از علف‌کش اردیکان به مقدار ۶/۵ لیتر در هکتار استفاده شد و علف‌کش به‌وسیله دیسک سبک با خاک کاملاً مخلوط شد. صفات تعداد روز تا ظهور کاکل و تارهای ابریشمی و تعداد روز تا رسیدن

فیزیولوژیک (بر اساس پنجاه درصد ظهور) در هر کرت آزمایشی تعیین شد. صفات تعداد دانه در ردیف، تعداد ردیف دانه در بلال، طول دانه، درصد چوب بلال به دانه و وزن هزار دانه نیز با استفاده از ده بلال تصادفی در هر کرت آزمایشی برآورد شد. بلال‌های دو خط وسط با حذف اثر حاشیه برداشت و عملکرد دانه بر اساس رطوبت چهارده درصد برای هر کرت محاسبه شد. در پایان تجزیه آماری داده‌های به‌دست‌آمده از طریق نرم‌افزار MSTATC انجام شد.

نتایج و بحث

الف- شرایط آزمایشگاه

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر تیمار هیدروپرایمینگ بذر بر طول و وزن ساقه‌چه در سطح احتمال یک درصد و بر طول ریشه‌چه در سطح احتمال پنج درصد معنی‌دار شد (نتایج نشان داده نشده است). هیدروپرایمینگ بذر در افزایش طول و وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه تأثیر داشت، به‌طوری که در تیمار هیدروپرایمینگ، طول ساقه‌چه و ریشه‌چه ذرت به ترتیب **۱۴/۹۳** و **۱۶/۸۰** سانتی‌متر و در تیمار بدون پرایم به ترتیب **۱۲/۳۶** و **۱۲/۲۰** سانتی‌متر بود. همچنین وزن ساقه‌چه و ریشه‌چه در تیمار هیدروپرایمینگ به ترتیب **۴/۷** و **۵/۰** گرم و در تیمار بدون پرایم به‌ترتیب **۳/۹** و **۴/۲** گرم بود. علاوه بر این در تیمار هیدروپرایمینگ، شاخص بنیه بذر برابر با **۲۶/۵۷** و در تیمار بدون پرایم برابر با **۱۹/۳۴** بود. سرعت جوانه‌زنی در تیمار هیدروپرایمینگ برابر با **۲۱/۶۵** و در تیمار بدون پرایم برابر با **۱۶/۷۳** بذر جوانه‌زده در روز بود. بهبود رفتار جوانه‌زنی و شاخص‌های مربوط به آن اعم از متوسط زمان جوانه‌زنی، بنیه بذر، طول و وزن ریشه‌چه و ساقه‌چه، نرخ جوانه‌زنی و استقرار مناسب در بذرهای پرایمینگ توسط محققین مختلفی گزارش شده است (Farooq *et al.*, 2006a; Abbasdokht, 2014). در مطالعه‌ای هیدروپرایمینگ بذر جو موجب بهبود خصوصیات جوانه‌زنی و سرعت رشد گیاه شد (Abdolrahmani *et al.*, 2011). فاروق و همکاران (Farooq *et al.*, 2006b) نیز افزایش درصد و سرعت جوانه‌زنی و استقرار مناسب گیاه در اثر هیدرو پرایمینگ بذر را گزارش کرده‌اند. جوانه‌زنی مطلوب و در پی آن استقرار مناسب بوته‌ها و حصول سطح سبز یکنواخت در مزرعه می‌تواند راه را برای تولید محصول قابل‌قبول از نظر کمی و کیفی هموار سازد. بذرهای هیدروپرایمینگ‌شده پس از قرار گرفتن در بستر کاشت، زودتر جوانه‌زده و بوته‌ها سریع‌تر استقرار پیدا می‌کنند و درعین‌حال سطح سبز یکنواخت‌تری نیز خواهند داشت (Abbasdokht, 2014). اثرات سودمند پرایمینگ در بسیاری از گیاهان مانند گندم، ذرت، چغندر قند، سویا و آفتابگردان به اثبات رسیده است (Sadeghian and Yavari, 2004؛ Khajeh Hosseini *et al,*. 2003؛ Parera and Cantliffe, 1994).

ب- شرایط مزرعه

نتـایج تجزیـه واریـانس مرکـب (جـدول ۱) نشان داد که اثـر سـال بـر صـفات تعـداد روز تـا ظهـور گل‌تـاجی، تعـداد روز تـا ظهـور تارهـای ابریشمی، تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیـک، درصد چوب بلال، طول دانه، وزن هـزار دانـه و عملکرد دانه در سطح احتمال یک درصـد و بـر صفات تعداد ردیـف دانـه و دانـه در ردیـف در سـطح احتمـال پـنج درصـد معنـی‌دار بـود. ایـن تفاوت می‌توانـد ناشـی از اخـتلاف حاصـلخیزی زمین در دو سال اجرای آزمایش باشد.

اثر سطوح مختلف آبیـاری بـر ارتفـاع بوتـه، ارتفاع بلال، تعداد دانـه در ردیـف، عمـق دانـه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه در سـطح احتمـال یک درصد معنی‌دار بود. اثر پرایمینـگ بـذر بـر صفات تعداد روز تا ظهور دانه گرده و عملکـرد دانه در سطح احتمال یـک درصـد و بـر صـفات تعـداد روز تـا رسـیدگی فیزیولوژیـک، ارتفـاع بوتـه، تعـداد دانـه در ردیـف، طـول دانـه و وزن هزار دانه در سطح احتمال پنج درصـد معنـی‌دار بود. اثر روش کاشـت بـر صـفات تعـداد روز تـا ظهور دانه گـرده، تعـداد روز تـا ظهـور تارهـای ابریشمی و تعداد روز تا رسیدگی فیزیولوژیـک در سطح احتمال یک درصد و بـر صـفت تعـداد دانـه در ردیـف در سـطح احتمـال پـنج درصـد معنـی‌دار بـود. اثـر متقابـل سـال در آبیـاری بـر صفات طول دانه و وزن هزار دانـه بـه ترتیـب در سطح احتمال پنج و یک درصد معنی‌دار بود. اثر متقابل سال در پرایمینگ بـذر بـر صـفات تعـداد روز تا ظهـور گل‌تـاجی و تعـداد روز تـا ظهـور تارهای ابریشمی در سـطح احتمـال پـنج و یـک درصـد معنـی‌دار بـود. اثـر متقابـل آبیـاری در پرایمینگ بذر بر ارتفاع بوته و عملکـرد دانـه بـه ترتیـب در سـطح احتمـال پـنج و یـک درصـد معنـی‌دار شـد. اثـر متقابـل سـال در آبیـاری در پرایمینگ بـذر بـر صـفات تعـداد روز تـا ظهـور گل‌تاجی و عملکرد دانه در سطح احتمـال یـک درصـد معنـی‌دار بـود. اثـر متقابـل سـال در پرایمینگ بذر در روش کاشت بر صفات ارتفاع بوته و تعداد دانه در ردیف بـه ترتیـب در سـطح احتمـال یـک و پـنج درصـد معنـی‌دار بـود. اثـر متقابـل آبیـاری در پرایمینـگ بـذر در روش کاشت نیز بر عملکرد دانه در سطح احتمال پـنج درصد معنی‌دار بود (جدول ۱).

نتایج مقایسه میانگین (جدول ۲) نشان داد در سال اول اجرای آزمایش، صـفات ارتفـاع بوتـه، وزن هزار دانه و عملکرد دانه به ترتیـب ۴، ۱۲ و ۱۸ درصد بیشتر از سال دوم بـود. عملکـرد دانـه در سال اول در حدود دو تن بیشـتر از سـال دوم بود. این تفاوت می‌تواند به‌علت شرایط آیـش و حاصـلخیزی بهتـر زمـین در سـال اول باشـد. عملکـرد دانـه در تیمـار تـأمین ۱۰۰٪ نیـاز آبـی، ۶۶ درصد بیشتر از تیمار تأمین ۷۰٪ نیاز آبی بود. بیشـترین تعـداد دانـه در ردیـف (۴۰/۲ عـدد)، حداکثر عمـق دانـه (۱۱/۰۷ میلی‌متـر)، بـالاترین وزن هــزار دانــه (۳۱۳/۲۹ گــرم) و حــداکثر عملکرد دانه (۱۳/۰۵۶ تـن در هکتـار) بـا تـأمین ۱۰۰ درصد نیاز آبی ذرت حاصل شد.

جدول ۱- تجزیه واریانس مرکب عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تأثیر رژیم‌های آبیاری، پرایمینگ بذر و روش‌های کاشت

Table 1. Combined analysis of variance of yield and yield components of corn as affected by irrigation regimes, seed priming and planting methods

			MS میانگین مربعات										
S.O.V.	منابع تغییرات	درجه آزادی d.f.	روز تا ظهور تاسل Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته Plant height	ارتفاع بلال Ear height	تعداد ردیف Rows number	دانه در ردیف Kernel per row	عمق دانه Kernel depth	درصدچوب بلال Cob percent -age	وزن هزار دانه 1000 kernel weight	عملکرد دانه Grain yield
Year (Y)	سال	1	28.12**	11.68**	82.34**	908.09**	4.65^{ns}	106.82*	16.92*	7.45**	94.55**	18915**	56.37**
Irrigation (I)	آبیاری	2	1.35*	0.26^{ns}	1.16^{ns}	2601.11**	481.39**	9.38^{ns}	107.81**	8.93**	2.43^{ns}	20211**	166.35**
Y × I	سال × آبیاری	2	0.29^{ns}	0.51^{ns}	0.89^{ns}	104.33^{ns}	38.77^{ns}	8.34^{ns}	3.89^{ns}	4.84*	4.04^{ns}	7640**	2.46^{ns}
Rep (I Y)	خطا	12	2.53	2.14	1.01	106.92	59.3	16.96	48.40	1.15	4.33	645.20^{ns}	11.22
Seed priming (S)	پرایمینگ بذر	1	2.35**	0.34^{ns}	3.12*	117.81*	73.00^{ns}	0.86^{ns}	29.02*	2.70*	0.38^{ns}	675.34*	7.65**
Y × S	سال × پرایمینگ	1	4.01**	1.68*	0.34^{ns}	84.28^{ns}	5.28^{ns}	0.10^{ns}	0.85^{ns}	0.01^{ns}	0.76^{ns}	3.12^{ns}	0.76^{ns}
I × S	آبیاری × پرایمینگ	2	0.93^{ns}	0.43^{ns}	0.01^{ns}	452.82*	74.48^{ns}	32.73^{ns}	9.83^{ns}	0.59^{ns}	3.31^{ns}	154.38^{ns}	9.74**
Y × I × S	سال × آبیاری × پرایمینگ	2	1.43**	1.01*	0.72^{ns}	189.79^{ns}	68.73^{ns}	33.08^{ns}	27.34^{ns}	0.91^{ns}	0.11^{ns}	172.66^{ns}	9.47**
Planting method (P)	روش کاشت	1	2.34**	2.35**	5.01**	4.35 ^{ns}	31.33 ^{ns}	2.24 ^{ns}	96.21*	0.46 ^{ns}	0.86 ^{ns}	82.34 ^{ns}	0.84 ^{ns}
Y × P	سال × روش کاشت	1	1.68*	0.34^{ns}	0.01^{ns}	27.25^{ns}	3.33^{ns}	0.62^{ns}	128.61**	0.34^{ns}	0.14^{ns}	1995.0^{ns}	4.27*
I × P	آبیاری × روش کاشت	2	0.26^{ns}	0.09^{ns}	0.05^{ns}	30.71^{ns}	18.57^{ns}	24.74^{ns}	9.54^{ns}	0.60^{ns}	0.11^{ns}	411.72^{ns}	0.43^{ns}
Y × I × P	سال × آبیاری × روش کاشت	2	0.09^{ns}	0.01^{ns}	0.39^{ns}	132.45^{ns}	47.20^{ns}	23.51^{ns}	24.80^{ns}	0.61^{ns}	0.11^{ns}	39.05^{ns}	0.64^{ns}
S × P	پرایمینگ × روش کاشت	1	0.01^{ns}	0.68^{ns}	2.34^{ns}	34.30^{ns}	26.52^{ns}	42.78^{ns}	0.33^{ns}	0.85^{ns}	2.27^{ns}	74.01^{ns}	5.49*
Y × S × P	سال × پرایمینگ × روش کاشت	1	0.01^{ns}	0.01^{ns}	0.68^{ns}	226.49*	56.35^{ns}	49.83^{ns}	112.67**	0.77^{ns}	3.61^{ns}	690.68^{ns}	0.63^{ns}
I × S × P	آبیاری × پرایمینگ × روش کاشت	2	0.51^{ns}	0.59^{ns}	0.39^{ns}	45.08^{ns}	25.40^{ns}	4.88^{ns}	10.16^{ns}	0.03^{ns}	5.63^{ns}	474.38^{ns}	4.21*
Y × I × S × P	سال × آبیاری × پرایمینگ × روش کاشت	2	0.34^{ns}	0.18^{ns}	0.06^{ns}	11.11^{ns}	19.46^{ns}	7.79^{ns}	0.01^{ns}	0.42^{ns}	3.40^{ns}	156.72^{ns}	3.56*
Error	خطا	36	0.26	0.26	0.45	51.93	36.3	16.83	13.95	0.43	1.892	311.245	0.88
C. V. (%)	ضریب تغییرات (درصد)	-	0.75	0.73	0.50	3.62	5.65	24.95	9.81	6.24	10.89	6.38	11.84

ns ، * و ** به ترتیب غیر معنی‌دار، معنی‌دار در سطح احتمال ۵ درصد و ۱ درصد.

ns,* and **: Not significant, significant at 5% and 1% probability levels, respectively.

جدول ۲- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تأثیر سال، رژیم‌های آبیاری، پرایمینگ بذر و روش‌های کاشت

Table 2. Mean comparison of yield and yield components of corn as affected by year, irrigation regimes, seed priming and planting methods

Treatment	تیمار	روز تا ظهور تاسل Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع بلال (سانتی‌متر) Ear height (cm)	تعداد ردیف Rows number	دانه در ردیف Kernel per row	عمق دانه (میلی‌متر) Kernel depth (mm)	درصد چوب بلال Cob percentage	وزن هزار دانه (گرم) 1000 kernel weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (t ha^{-1})
Year	**سال**											
2015	۱۳۹۴	69.61a	71.58a	136.53a	202.47a	106.89a	14.01b	37.59b	10.29b	11.48b	305.64a	11.532a
2016	۱۳۹۵	68.36b	70.78b	134.39b	195.37b	106.38a	16.44a	38.56a	10.94a	13.77a	273.22b	9.762b
Irrigation regime (water requirement)	**رژیم آبیاری** (تأمین نیاز آبی)											
100%	٪۱۰۰	69.25a	71.29a	135.29b	206.8a	110.5a	15.70a	40.2a	11.07a	12.26a	313.29a	13.056a
85%	٪۸۵	68.79b	71.08a	135.71a	202.8a	107.7a	14.52a	37.9ab	10.86b	12.79a	297.87b	11.062ab
70%	٪۷۰	68.92c	71.17a	135.87a	187.1b	101.7b	15.45a	36.0 b	9.92c	12.83a	257.12c	7.839b
Seed priming	**پرایمینگ بذر**											
No primed	بدون پرایم	69.17a	71.25a	135.25b	197.64b	105.63a	15.33a	37.50b	10.42b	12.70a	286.86b	10.321b
Hydropriming	هیدروپرایمینگ	68.81b	71.11a	135.67a	200.20a	107.64a	15.11a	38.65a	10.81a	12.55a	292.00a	10.973a
Planting method	**روش کاشت**											
On-ridge	روی پشته	68.81b	71.00b	135.19b	198.67a	105.97a	15.40a	39.23a	10.53a	12.74a	290.50a	10.601a
In-furrow	کف جوی	69.17a	71.36a	135.72a	199.17a	107.29a	15.05a	36.92b	10.69a	12.52a	288.36a	10.692a

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

تیمار تأمین ۸۵ درصد نیاز آبی ذرت با عملکرد دانه ۱۱/۰۶۲ تن در هکتار نسبت به تیمار تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی ذرت با ۷/۸۳۹ تن در هکتار در حدود ۴۱ درصد افزایش عملکرد دانه نشان داد (جدول ۲). یادآوری می‌شود، کشاورزان در منطقه حدود چهارده هزار مترمکعب آب در دوره داشت مزرعه ذرت مصرف می‌کنند و متوسط عملکرد دانه ذرت استان حدود نُه تن در هکتار است. درحالی‌که با یک مدیریت درست و آموزش کشاورزان از شناخت نیاز آبی مزرعه ذرت و جلوگیری از هدر رفتن آب، می‌توان با مصرف حدود ۸۰۰۰ مترمکعب بیش از یازده تن در هکتار محصول دانه ذرت تولید کرد. تیمار تأمین ۷۰ درصد نیاز آبی گیاه ذرت با عملکرد دانه ۷/۸۳۹ تن در هکتار از عملکرد غیراقتصادی و بسیار کمی برخوردار بود (جدول ۲). ازاین‌رو در این شرایط و با توجه به هزینه زمین، آب، نهاده‌های کشاورزی، ماشین‌آلات و کارگری که در حدود ۶۳۰۳۶۲۵۰ ریال است، این عملکرد به‌صرفه نخواهد بود. در این راستا کیکیر (Cakir, 2004) گزارش کرد اثر کم‌آبی در گیاه ذرت به‌صورت علائم مشخصی نمایان می‌شود، این علامت‌ها به‌صورت کاهش رشد گیاه، کاهش ارتفاع بوته و طول ریشه، تأخیر در رسیدن گیاه، کاهش سطح برگ و کاهش تولید دانه و بیوماس گیاه تظاهر می‌کند.

مقایسه میانگین اثر پرایمینگ بذر (جدول ۲) نشان داد تیمار هیدروپرایمینگ در اکثر صفات از قبیل ارتفاع بلال، عمق دانه و وزن هزار دانه برتر بود. عملکرد دانه ناشی از تیمار هیدروپرایمینگ (۱۰/۹۷۳ تن در هکتار) در حدود ۶۵۰ کیلوگرم در هکتار بیشتر از تیمار بدون پرایم بود، یعنی هیدروپرایمینگ بذر بیش از شش درصد عملکرد دانه را افزایش داده است. بنابراین هیدروپرایمینگ ساده بذر باعث بهبود بنیه بذر و سرعت جوانه‌زنی بالاتر و به‌احتمال‌زیاد تحمل بیشتر تنش‌های زنده و غیرزنده و همچنین افزایش عملکرد دانه ذرت شده و انجام آن در سطح مزارع ذرت استان قابل توصیه است. نتایج به‌دست‌آمده با نتایج گزارش شده توسط هاریس و همکاران (Harris *et al.*, 2002) همخوانی دارد. نامبردگان گزارش دادند که هیدروپرایمینگ بذر می‌تواند عملکرد دانه ذرت را به‌طور متوسط ۱۴ درصد افزایش دهد. تیمار کشت در کف جوی نسبت به کشت روی پشته تأثیر کمی بر صفات مورد بررسی داشت (جدول ۲). این تیمار به جهت نیاز آبی کمتر در ابتدای داشت مزرعه ذرت قابل توصیه است.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری در هیدروپرایمینگ نشان داد تأمین صد درصد نیاز آبی در بذرهای هیدروپرایم‌شده و پرایم نشده به‌ترتیب با تولید ۱۳/۲۵۵ و ۱۳/۰۴۳ تن دانه در هکتار بیشترین محصول را تولید کرد. کمترین محصول با تأمین ۷۰٪ نیاز آبی و در بذور پرایم نشده و هیدروپرایم‌شده (به ترتیب ۷/۹۰۹ و ۷/۷۵۵ تن در هکتار) حاصل شد (جدول ۳).

جدول ۳- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تأثیر متقابل رژیم آبیاری × پرایمینگ بذر و رژیم آبیاری × روش کاشت

Table 3. Mean comparison of yield and yield components of corn as affected by the interaction of irrigation regime × seed priming and irrigation regime × planting method

Treatment	تیمار	روز تا ظهور تاسل Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع بلال (سانتی‌متر) Ear height (cm)	تعداد ردیف Rows number	دانه در ردیف Kernel per row	عمق دانه (میلی‌متر) Kernel depth (mm)	درصد چوب بلال Cob percentage	وزن هزار دانه (گرم) 1000 kernel weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield (t ha^{-1})
Irrigation regime × Seed priming	**رژیم آبیاری × پرایمینگ بذر**											
100%×No primed	۱۰۰٪ ×پرایم‌نشده	69.50a	71.42a	135.08a	202.50b	109.17ab	14.54a	39.92ab	11.06a	12.70a	313.58a	13.255a
100%×Hydropriming	۱۰۰٪ ×هیدروپرایم	69.00ab	71.17a	135.50a	211.08a	111.80a	16.87a	41.56a	11.08a	11.82a	313.00ab	13.043a
85%×No primed	۸۵٪ ×پرایم‌نشده	68.75b	71.00a	135.50a	199.61bc	105.10b	14.87a	37.78b	10.59a	12.49a	294.42b	10.000b
85%×Hydropriming	۸۵٪ ×هیدروپرایم	68.83b	71.17a	135.92a	206.10ab	110.29ab	14.16a	38.18b	11.12a	13.09a	301.33b	12.120ab
70%×No primed	۷۰٪ ×پرایم‌نشده	69.25ab	71.33a	135.17a	190.82c	102.61b	16.58a	35.79c	9.62a	12.91a	252.58c	7.909c
70%×Hydropriming	۷۰٪ ×هیدروپرایم	68.58b	71.00a	135.58a	183.42d	100.83c	14.32a	36.22bc	10.23a	12.75a	261.67c	7.755c
Irrigation regime × Planting method	**رژیم آبیاری × روش کاشت**											
100% × on-ridge	۱۰۰٪ ×روی پشته	69.08a	71.17a	135.00b	205.42ab	109.27ab	16.83a	40.70ab	11.01a	12.44a	315.92a	12.848ab
100%× in-furrow	۱۰۰٪ ×کف جوی	69.32a	71.42a	135.58ab	208.17a	111.71a	15.57a	41.72a	11.13a	12.08a	310.67ab	13.249a
85%× on-ridge	۸۵٪ ×روی پشته	68.50a	70.83a	135.50ab	203.74ab	108.05ab	14.81a	39.16ab	10.61b	12.89a	302.08ab	11.095b
85%× in-furrow	۸۵٪ ×کف جوی	69.08a	71.33a	135.92a	201.97b	107.34ab	14.22a	36.81bc	11.10a	12.69a	293.67b	11.024b
70%× on-ridge	۷۰٪ ×روی پشته	68.83a	71.00a	135.08b	186.87c	100.61b	14.56a	37.78b	9.99c	12.87a	253.50c	7.861c
70%× in-furrow	۷۰٪ ×کف جوی	69.00a	71.33a	135.67ab	187.37c	102.83b	16.34a	34.23 c	9.86c	12.78a	260.75c	7.803c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

مقایسه میانگین اثر متقابل رژیم آبیاری × روش کاشت (جدول ۳) نشان داد تأمین صد درصد نیاز آبی ذرت با کشت بذور در کف جوی و روی پشته (به‌ترتیب با تولید ۱۳/۲۴۹ و ۱۲/۸۴۸ تن در هکتار) بیشترین عملکرد دانه را داشتند. کمترین عملکرد دانه به تیمار تأمین هفتاد درصد نیاز آبی با کشت بذور در روی پشته و کف جوی (به‌ترتیب با عملکرد دانه ۷/۸۶۱ و ۷/۸۰۳ تن در هکتار) تعلق داشت.

مقایسه میانگین اثر متقابل پرایمینگ بذر × روش کاشت (جدول ۴) نشان داد تیمار هیدروپرایمینگ بذر در هر دو شرایط کشت در کف جوی و روی پشته به‌ترتیب با تولید ۱۱/۵۴۲ و ۱۱/۲۰۳ تن در هکتار بیشترین عملکرد دانه را تولید کرد و کمترین عملکرد به تیمار بذر پرایم‌نشده و در کشت روی پشته (با عملکرد دانه ۱۰/۴۵۹ تن در هکتار) تعلق داشت. با توجه به این‌که هیدروپرایمینگ بذر در سطح مزرعه هزینه اضافی بر کشاورز تحمیل نخواهد کرد و تأثیر آن بر بسیاری از صفات مثبت ارزیابی شد و همچنین با توجه صرفه‌جویی در مصرف آب با کشت بذور در کف جوی این ترکیب تیماری در سطح مزارع استان قابل توصیه است.

مقایسه میانگین اثر متقابل آبیاری × پرایمینگ بذر × روش کاشت نشان داد تیمارهای تأمین صد درصد نیاز آبی در بذور هیدروپرایمینگ‌شده در هر دو شرایط کشت در کف جوی و روی پشته بیشترین مقدار عملکرد دانه ذرت (به ترتیب ۱۳/۲۸۹ و ۱۳/۲۵۱ تن در هکتار) را تولید کردند. کمترین عملکرد دانه (۷/۳۵۴ تن در هکتار) با تأمین هفتاد درصد نیاز آبی در بذور پرایم‌نشده و با کشت روی پشته حاصل شد. عملکرد دانه با تأمین ۸۵ درصد نیاز آبی در بذور هیدروپرایم‌شده با کاشت روی پشته و کاشت در کف جوی به ترتیب معادل ۱۱/۸۸۸ و ۱۱/۰۵۱ تن در هکتار بود (جدول ۴)؛ دو ترکیب تیماری مذکور از جمله تیمارهای برتر و قابل توصیه در این آزمایش بودند.

کشت در کف جوی به جهت مصرف کمتر آب برای جوانه‌زنی و تبدیل پشته‌ها به جوی به‌منظور مهار علف‌های هرز و خاک‌دهی پای بوته‌ها قابل توصیه است. در این راستا اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.*, 2007) گزارش کردند که تیمار کشت در کف جوی و تبدیل آن به پشته با تولید ۱۰/۱۵ تن دانه در هکتار نسبت به تیمار کشت روی پشته در حدود نُه درصد افزایش عملکرد نشان داد و همچنین کنترل علف‌های هرز بدون نیاز به سموم علف‌کش به‌خوبی انجام شد.

عبدالرحمانی و همکاران (Abdolrahmani *et al.*, 2011) در بررسی کشت بذور هیدروپرایم‌شده جو گزارش کردند که بیشترین عملکرد دانه با ۲۰۷۲/۳ کیلوگرم در هکتار به تیمار هیدروپرایمینگ بذر تعلق داشت. نامبردگان بیان کردند که میانگین عملکرد دانه در تیمار پرایمینگ بذر نسبت به شاهد ۳۲ درصد بهبود یافت.

جدول ۴- مقایسه میانگین عملکرد و اجزای عملکرد ذرت تحت تأثیر متقابل پرایمینگ بذر× روش کاشت و رژیم آبیاری × پرایمینگ بذر× روش کاشت

Table 4. Mean comparison of yield and yield components of corn as affected by the interaction of seed priming× planting method and irrigation regime × seed priming× planting method

Treatment	تیمار	روز تا ظهور تاسل Days to tasseling	روز تا ظهور کاکل Days to silking	روز تا رسیدگی Days to maturity	ارتفاع بوته (سانتی‌متر) Plant height (cm)	ارتفاع بلال (سانتی‌متر) Ear height (cm)	تعداد ردیف Rows number	دانه در ردیف Kernel per row	عمق دانه (میلی‌متر) Kernel depth (mm)	درصد چوب بلال Cob percentage	وزن هزار دانه (گرم) 1000 kernel weight (g)	عملکرد دانه (تن در هکتار) Grain yield ($t\ ha^{-1}$)
Seed priming × Planting method	**پرایمینگ بذر × روش کاشت**											
No primed× on-ridge	پرایم‌نشده×روی پشته	69.00a	71.17a	135.17b	196.71b	104.36a	14.74a	38.72ab	10.45a	12.99a	288.94a	10.459b
No primed× in-furrow	پرایم‌نشده×کف جوی	69.33a	71.33a	135.33b	198.58ab	106.89a	15.93a	36.27b	10.39a	12.41a	284.78a	10.642b
Hydropriming× on-ridge	هیدروپرایم×روی پشته	68.61a	70.83a	135.22b	200.64a	107.59a	16.06a	39.74a	10.62a	12.48a	292.06a	11.203ab
Hydropriming× in-furrow	هیدروپرایم×کف جوی	69.00a	71.39a	136.11a	199.76ab	107.69a	14.17a	37.57ab	11.00a	12.62a	291.94a	11.542a
Irrigation regime × Seed priming × Planting method	**رژیم آبیاری × پرایمینگ بذر × روش کاشت**											
100%×No primed× ridge	٪۱۰۰ ×پرایم‌نشده×روی پشته	69.50ab	71.50a	135.00b	201.67bc	108.10ab	14.63ab	39.75ab	11.06a	13.59a	322.33a	12.708ab
100%×No primed× furrow	٪۱۰۰ ×پرایم‌نشده×کف جوی	69.50ab	71.33a	135.17b	203.33b	110.25ab	14.45ab	38.10bc	11.05a	11.81a	304.83ab	13.200ab
100%×Hydropriming× ridge	٪۱۰۰ ×پرایم×روی پشته	68.67b	70.83a	135.00b	209.17ab	110.43ab	19.03a	41.77a	10.96a	11.29a	309.50ab	13.251ab
100%×Hydropriming× furrow	٪۱۰۰ ×پرایم×کف جوی	69.33ab	71.50a	136.00ab	213.00a	113.17a	14.70ab	41.35ab	11.20a	12.34a	316.50ab	13.289a
85% ×No primed× ridge	٪۸۵ ×پرایم‌نشده×روی پشته	68.33b	70.67a	135.33ab	200.05bc	105.27b	14.92ab	39.52ab	10.49a	12.35a	297.50b	11.047b
85% ×No primed× furrow	٪۸۵ ×پرایم‌نشده×کف جوی	69.17ab	71.33a	135.67ab	199.17bc	104.93ab	14.83ab	36.04b	10.70a	12.63a	291.33b	11.737b
85% ×Hydropriming× ridge	٪۸۵ ×پرایم×روی پشته	68.67ab	71.00a	135.67ab	207.43ab	110.83ab	14.70ab	38.79ab	10.73a	13.43a	306.67ab	11.888b
85% ×Hydropriming× furrow	٪۸۵ ×پرایم×کف جوی	69.00ab	71.33a	136.17a	204.77b	109.75b	13.62b	37.57b	11.51a	12.75a	296.00b	11.051b
70% ×No primed× ridge	٪۷۰ ×پرایم‌نشده×روی پشته	69.17ab	71.33a	135.17b	188.40cd	99.72b	14.67ab	36.90b	9.80a	13.01a	247.00d	7.354c
70% ×No primed× furrow	٪۷۰ ×پرایم‌نشده×کف جوی	69.33a	71.33a	135.17b	193.23c	105.50b	18.50ab	34.68c	9.43a	12.80a	258.17c	8.277c
70% ×Hydropriming× ridge	٪۷۰ ×پرایم×روی پشته	68.50b	70.67a	135.00b	185.33cd	101.50b	14.45ab	38.67ab	10.17a	12.73a	260.00d	8.378
70% ×Hydropriming× furrow	٪۷۰ ×پرایم×کف جوی	68.67ab	71.33a	136.17a	181.50d	100.17b	14.18ab	33.77c	10.28a	12.77a	263.33d	8.132c

در هر ستون، میانگین‌های دارای حروف مشابه، بر اساس آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد اختلاف معنی‌داری ندارند.

In each column, the means with similar letters are not significantly different at the 5% probability level, according to Duncan's multiple range test.

استان کرمانشاه شرایط ویژه‌ای برای کشاورزی و باغداری دارد، اما مصرف بی‌رویه آب، نبود الگوی زراعی مناسب و یا تناوب درست و منطقی و وضعیت نامناسب بارش، باعث کاهش سطح آب‌های زیرزمینی شده است. از طرفی در سال‌های اخیر به علت افزایش سطح زیر کشت ذرت و روش مدیریتی نامناسب در خصوص آب و آبیاری مزارع تابستانه و به‌ویژه ذرت این مشکل تشدید شده است. بیشتر کشاورزان در مزارع ذرت به علت ناهمواری و تسطیح نامناسب زمین از روش آبیاری غرقابی استفاده کرده و با مصرف چهارده هزار مترمکعب آب در هکتار باعث کاهش بهره‌وری آب شده‌اند. درحالی‌که در این آزمایش با مدیریت درست آبیاری و با صرف حدود هشت هزار مترمکعب آب، دوازده تن در هکتار دانه تولید شد. در این بررسی با استفاده از نایلون در کف جوی اصلی و با جلوگیری از هرز رفتن آب، همچنین با توجه به عمق نفوذ ریشه در مراحل مختلف رشد و نمو ذرت از مصرف بیش‌ازحد آب پرهیز شد، به‌طوری‌که در تیمار تأمین صد درصد نیاز آبی گیاه در شرایط ایستگاه اسلام‌آباد در حدود ۹/۶۰۰ مترمکعب آب استفاده شد و در این شرایط عملکرد دانه ذرت در حدود ۱۳ تن در هکتار بود. در تیمار تأمین ۸۵ درصد نیاز آبی گیاه، مقدار آب مصرفی حدود ۸۰۰۰ مترمکعب و تولید دانه ذرت بیش از یازده تن در هکتار بود.

مورد دیگر که در این پژوهش موردبررسی قرار گرفت، هیدروپرایمینگ بذر ذرت بود. کشاورز بدون هزینه اضافی و با سه مرتبه خیس کردن بذر به مدت دو ساعت و خشک‌کردن بذر در هر مرحله، باعث می‌شود جوانه حاصل طی زمان کوتاه‌تری سیستم ریشه‌ای خود را گسترش داده و با جذب مطلوب آب و مواد غذایی و تولید بخش‌های سبز فتوسنتز کننده به مرحله اتوتروفی برسد (Duman, 2006). در آزمایش‌های مختلف درصد، زمان و یکنواختی جوانه‌زنی در بذور پرایم شده کلزا، گندم، نخود، سویا، یونجه، ذرت، سورگوم، هندوانه، برنج، کاهو و لوبیا به‌طور معنی‌داری بهبود یافت. تأثیر سودمند پرایمینگ بذر در بسیاری از گیاهان مانند گندم، ذرت، چغندر قند، سویا و آفتابگردان به اثبات رسیده است (Sadeghian and Yavari, 2004؛ Khajeh Hosseini *et al*,. 2003؛ Parera and Cantliffe, 1994). همچنین با تیمار پرایمینگ بذر، گیاه تنش‌های سرمایی، گرمایی و خشکی را در طول فصل زراعی بهتر تحمل کرده و از تولید بالاتری نسبت به بذور پرایم‌نشده برخوردار می‌شود. سلطانی و همکاران (Soltani *et al.*, 2012) گزارش کردند که تنش خشکی باعث کاهش معنی‌داری در شاخص سطح برگ، تعداد بلال در بوته، وزن هزار دانه و عملکرد دانه ذرت می‌شود. در ابتدای فصل زراعی و همگام با جوانه‌زنی ذرت در مناطق معتدل استان،

گیاهچه‌ها با سرما مواجه شده و رشد آن‌ها متوقف می‌شود. در بررسی‌های محققین آمده است که گیاهان هیدروپرایم شده در مقابل تنش سرمایی تحمل بیشتری دارند. از عوامل مهم محدودکننده جوانه‌زنی سریع بذر در خاک می‌توان به دماهای پایین و تنش‌های محیطی اشاره کرد؛ دمای پایین خاک باعث کاهش فعالیت آنزیمی در ریشه شده و از جذب فسفر توسط ریشه جلوگیری می‌کند و رشد ریشه و سپس ظهور و رشد کلی گیاهچه را به تأخیر می‌اندازد. پیش‌تیمارهای بذر با تسریع فعالیت آنزیمی باعث افزایش سوخت‌وساز و رشد رویان می‌شوند (Ashraf and Harris, 2005؛ Khan, 1992؛ Demir and Mavi, 2004؛ Agerich *et al*,. 1989).

همچنین در این مطالعه تأثیر کشت بذر در کف جوی در مقایسه با کشت بذر روی پشته بررسی شد. با توجه به هموار نبودن زمین‌های مورد کشت ذرت در استان کرمانشاه و مشکلات مربوط به آبیاری و به‌ویژه آبیاری‌های اول و دوم، کشاورزان به جهت این‌که همه بذرهای کاشته شده بتوانند رطوبت کافی جذب کنند و مزرعه از سطح سبز مناسب برخوردار باشد، مجبور به انجام آبیاری غرقابی هستند. در این روش بهره‌وری آب به مقدار زیادی کاهش‌یافته، تبخیر از سطح مزرعه زیاد شده و باعث سله در سطح خاک‌ها و به‌ویژه خاک‌های سنگین و رسی می‌شود. کشاورزان برای شکستن این سله و جوانه‌زنی بهتر مجبور به تکرار یک آبیاری سنگین و غیرضروری دیگر در سطح مزرعه هستند. درحالی‌که دانه و گیاهچه ذرت در مرحله جوانه‌زنی نیاز به آب بسیار کمی دارد. کشت در کف جوی و تبدیل جوی‌ها در مرحله رشد سریع باعث کاهش مصرف آب و افزایش عملکرد دانه ذرت می‌شود. اسکندری و همکاران (Eskandari *et al.,* 2007) در بررسی تأثیر علف‌کش و روش‌های کاشت ذرت گزارش کردند تیمار بدون علف‌کش در شرایط کاشت روی پشته و تیمار بدون علف‌کش در شرایط کاشت در کف جوی به‌ترتیب ۹/۴ و ۱۰/۱۵ تن دانه در هکتار تولید کردند.

از دیگر عوارض آبیاری غرقابی، افزایش جوانه‌زنی و جمعیت علف‌های هرز در سطح مزارع ذرت است که باعث افزایش مصرف علف‌کش‌ها و هزینه تولید می‌شود و این در تضاد با اصول کشاورزی پایدار است. برای حل این مشکل اگر کشت بذر در کف جوی انجام شود، با یک نوبت آبیاری در حد یک‌چهارم تا یک‌پنجم آبیاری غرقابی می‌توان به مزرعه ذرت با سبز مطلوب دست یافت. از طرفی اگر خاک مزرعه سنگین باشد با آبیاری دوم در کف جوی سله‌ها شکسته و جوانه‌زنی تسهیل خواهد شد. همچنین در این شرایط خاک کافی در بین ردیف‌های کاشت ذرت (پشته‌ها) وجود داشته و در مرحله رشد سریع ذرت (مرحله ۸-۷ برگی) می‌توان عملیات خاک‌دهی پای بوته‌ها را به‌راحتی انجام داد و ضمن پوشاندن ریشه‌های

هوایی، باعث استحکام بوته‌ها در مزرعه شد. افشارمنش (Afsharmanesh, 2014) در بررسی تأثیر الگوی کاشت بر عملکرد دانه ذرت نشان داد که کشت در کف جوی و سپس تبدیل آن به پشته با عملکرد ۱۵ تن در هکتار نسبت به شرایط کشت رایج با ۱۳/۶ تن در هکتار برتری داشت.

انجام هیدروپرایمینگ بذر ذرت باعث افزایش سرعت جوانه‌زنی در شرایط آزمایشگاهی شد. همچنین این تیمار باعث افزایش تولید دانه در حدود ۶۰۰ کیلوگرم در هکتار شد. انجام آبیاری مزرعه ذرت در شرایط تأمین ۸۵ درصد نیاز آبی ذرت با مدیریت آبیاری درست می‌تواند به یک تولید مناسب و اقتصادی منجر شود. در شرایط این آزمایش تیمار تأمین ۸۵ درصد نیاز آبی با عملکرد دانه بیش از یازده تن در هکتار نسبت به تیمار صد درصد نیاز آبی، حدود دو تن در هکتار کاهش عملکرد داشت و نسبت به تیمار تأمین هفتاد درصد نیاز آبی ذرت، بیش از سه تن در هکتار تولید دانه ذرت را افزایش داد. همچنین کشت در کف جوی ضمن ایجاد سبز مطلوب در حدود نود کیلوگرم در هکتار عملکرد دانه ذرت را افزایش داد.

References

Abbasdokht, H., and Edalatpisheh, M. R. 2012. Effect of seed priming and different levels of urea on yield and yield component of two corn (*Zea mays* L.) hybrids. Iranian Journal of Crop Science 3: 381-389 (in Persian).

Abbasdokht, H., Gholami, A., and Asghari, H. 2014. Halopriming and hydropriming treatments to overcome salt and drought stress at germination stage of corn (*Zea mays* L.). Desert 19 (1): 27-34.

Abdolrahmani, A., Ghasemi-Golezani, K., Valizadeh, M., Feizi-Asl, V., and Tavakoli, A. R. 2011. Effect of seed priming on the growth trend and grain yield of barley (*Hordeum vulgare* L.) cv. Abidar under rainfed conditions. Seed and Plant Production Journal 27-2 (1): 111-129 (in Persian).

Abdul-Baki, A. A., and Anderson, J. D. 1970. Viability and leaching of sugars from germinating barley. Crop Science 10: 31-34.

Agerich, C. A., Bradford, K. J., and Tarquis, M. 1989. The effect of priming and aging on resistance to deterioration of tomato seeds. American Journal of Botany 70: 593-598.

Anonymous. 2008. Hand Book for Seedling Evaluation (3rd ed.). International Seed Testing Association (ISTA), Zurich, Switzerland.

Ashraf, M., and Harris, P. J. C. 2005. A Biotic Stress: Plant Resistance through Breeding and Molecular Approaches. Haworth Press Lnc., New York, US. Pp. 513-544.

Basra, A. S., Bedi, S., and Malik, C. P. 1988. Pre-sowing hydration of maize seeds for stimulation of low-temperature germination and its effects on phospholipid changes in the embryos. Current Science Journal 57: 1340-1342.

Cakir, R. 2004. Effect of water stress at different development stages on vegetative and reproductive growth of corn. Field Crops Research 89:1-6.

Choukan, R. 2012. Situation of production of corn in Iran and worldwide. Proceedings of the 12rd Iranian Crop Sciences Congress. Islamic Azad University of Karaj. Pp. 1-19 (in Persian).

Demir, I., and Mavi, S. 2004. The effect of priming on seedling emergence of differentially matured watermelon seeds. International Journal of Science and Research 104: 101-110.

Duman, I. 2006. Effect of seed priming with PEG and K_3PO_4 on germination and seedling growth in Lettuce. Pakistan Journal of Biology Science 9(5): 923-928.

Afsharmanesh, Gh. 2014. Effect of planting pattern on grain yield and agronomic traits of corn cultivars in Jiroft, Iran. Applied Field Crops Research 27(1): 124-130 (in Persian).

Eskandari, A., Zand E., Allahdadi, B., and Baghestani Meybodi, M. A. 2007. The effects of herbicide usage and corn (*Zea mays* L.) planting pattern on yield and some of the physiological indices of corn under competition with weeds. Pajouhesh and Sazandegi Journal 77: 143-152 (in Persian).

Farid, M., Niknejad, M., and Emam, Y. 1994. Analysis of phytomass in 36 Iranian winter wheat (*Triticum aestivum* L. em. Thell.) genotypes. Iran Agricultural Research 15(1): 69-77.

Farooq, M., Basra, S. M. A., Tabassum, R., and Ahmad, N. 2006a. Evaluation of seed vigor enhancement techniques on physiological and biochemical techniques on physiological basis in coars rice. Seed Science and Technology 34:741-750.

Farooq, M., Basra, S. M. A., Warraich, E. A., and Khaliq, A. 2006b. Optimization

of hydropriming techniques for rice seed invigoration. Seed Science and Technology 34: 507-512.

Ghanbari, D., Barzegar, E., and Khoramiyan, M. 2010. Effect of planting pattern and herbicide on weeds, yield and water use efficiency of corn (KSC 704). Iranian Journal of Crop Science 45: 1-19 (in Persian).

Hassanzadeh-Moghadam, H., and Basafa, M. 2005. Effect of planting density on yield of forage maize in saline areas. Ninth Congress of Crop Plants, Tehran University (Abu-Rayhan). Pp. 71 (in Persian).

Harris, D., Joshi, A., Khan, P. A., Gothkar, P., and Spdhi, P. S. 1999. On-farm seed priming in semi- arid agriculture: Development and evaluation in maize, rice and chickpea in India using participatory methods. Exploration Agriculture Journal 35: 15 -29.

Harris, D., Pathan, A. K., Gothkar, P., Joshi, A., Chivasa, W., and Nyamudeza, P. 2001. On-farm seed priming: using participatory methods to revive and refine a key technology. Agricultural Systems Journal 69: 151-164.

Harris, D., Rashid, A., Hollington, P. A., Jasi, L., and Riches, C. 2002. Prospects of improving maize yields with on-farm seed priming. In: Hernandez, L. F. and Orioli, G. A. 1985. Imbibition and germination rates of sunflower (*Helianthus annuus* L.) seeds according to fruit size. Field Crops Research 10: 355-360.

Karaminejad, M., Zand, E., and Baghestani, M. A. 2015. Comparison of different planting patterns of maize (*Zea mays* L.) on weed control. Iranian Journal of Weed Science 11: 173-182 (in Persian).

Khajeh Hosseini. M., Khajeh Hosseini, A. A., and Powel, I. J. B. 2003. The interaction between salinity stress and seed vigor during germination of soybean seed. Seed Science and Technology 27: 177-237.

Khan, A. A. 1992. Preplant Physiological Seed Conditioning. Horticultural Reviews Publication, USA. Pp. 131-181.

Maguire, J. D. 1962. Speed of germination in selection and evaluation for seedling vigor. Crop Science 2: 176-177.

Mashal, M., Varavypour, M., Sadatnouri, S. A., and Zare-Zirak, E. 2008. Optimizing consumptive water depth for corn by deficit-Irrigation (case study: Varamin area). Agricultural Research Journal 8(4): 123-134 (in Persian).

Moradi, A., Akbari, G. H., Zand, E., Alahdadi, I., Baghestani, M. A., and Labafi, M. R. 2011. Effect of different planting methods on growth indices and yield of corn in competition with common purslane and pigweed. The Proceedings of the 4rd Iranian Weed Science Congress, Pp. 997-1000 (in Persian).

Murungu, F. S., Chiduza, C., Nyamugafata, P., Clark, L., Whalle, W. R., and Finch- Savage, W. E. 2004. Effects of on-farm seed priming on consecutive daily sowing occasions on the emergence and growth of maize in semi-arid Zimbabwe. Field Crops Research 89(1): 49-57.

Musharaf, K., Asim, M., Shah, F. M., Ullah, S., Saadullah, K. and Subhan, M. 2013. Response of maize yield and yield components to different hydropriming durations in rainfed region of Bannu. Enterprise Java Beans 6(1): 11-16.

Najafinezhad, M., Farzam-nia, M., and Javaheri, A. 2005. Effect of planting pattern on yield, agronomic characteristics and water use two varieties of corn. The Proceedings of the 9rd Congress of Crop Science, Pp. 205 (in Persian).

Parera, C. A., and Cantliffe, D. J. 1994. Pre-sowing seed priming. Horticultural Reviews 16: 109-141.

Penman, H. L. 1948. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society of London, Series A, 193: 120-145.

Sadeghian, S. Y., and Yavari, N. 2004. Effect of water-deficit stress on germination and early seedling growth in sugar beet. Journal of Agronomy and Crop Science 190: 138-144.

Sarhadi, A., Mohtasebi, R., Zand, E., and Baghestani, M. A. 2010. Effect of different corn sowing methods on weed control, growth and grain yield of corn. Agronomy Journal 88: 78-86 (in Persian).

Savage, W. E., Dent, K. C., and Clark, L. J. 2004. Soak condition and temperature following sowing influence the response of maize (*Zea mays* L.) seeds to on-farm priming (pre-sowing seed soak). Field Crop Research 90: 361-374.

Soltani, M., Azizi, F., Chaichi, M. R., and Heidari Sharifabad, H. 2012. Effect of irrigation regimes on some physiological, morphological and grain yield of new maize hybrids. Seed and Plant Production Journal 28-2(3): 347-362 (in Persian).